

# MEASURING METHOD FOR THICKNESS OF BPSG FILM AND CONCENTRATION OF DOPED FOREIGN MATERIAL

**Publication number:** KR20030055841 (A)

**Publication date:** 2003-07-04

**Inventor(s):** KWAK JEONG HO [KR] +

**Applicant(s):** SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD [KR] +

**Classification:**

- **international:** **G01N21/31; G01N21/31; (IPC1-7): G01N21/31**

- **European:**

**Application number:** KR20010085952 20011227

**Priority number(s):** KR20010085952 20011227

## Abstract of **KR 20030055841 (A)**

**PURPOSE:** A measuring method of thickness of a BPSG(Boron Phosphorous Silicate Glass) film and concentration of doped foreign materials is provided to measure thickness of the BPSG film and concentration of doped foreign materials on the BPSG film at the same time. **CONSTITUTION:** Boron and phosphorous are doped at regular concentration. Each reference BPSG film is formed in different thickness(S10). Light is irradiated on reference BPSG films and each spectrum is detected by reflected light of reference BPSG films(S12). Correlation between thickness of the reference BPSG film and the spectrum is derived(S14). Light is irradiated on each measured BPSG film doped with boron and phosphorous at optional concentration. Each spectrum is detected by reflected light of measured BPSG films(S16). Thickness of the measured BPSG film is derived by correlation between the reference BPSG film and the spectrum(S18). Concentration of foreign materials doped on the measured BPSG film is derived by spectrum(S20). Consequently, measuring time is reduced by measuring thickness of the BPSG film and concentration of doped foreign materials at the same time.

---

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

# (19)대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
G01N 21/31

(11) 공개번호 특2003- 0055841  
(43) 공개일자 2003년07월04일

(21) 출원번호 10- 2001- 0085952  
(22) 출원일자 2001년12월27일

(71) 출원인 삼성전자주식회사  
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지

(72) 발명자곽정호  
경기도수원시팔달구영통동진흥아파트553동1605호

(74) 대리인 박영우

심사청구 : 없음

(54) 비피에스지막의 두께 및 도핑된 불순물의 농도 측정 방법

### 요약

BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도를 동시에 측정하는 방법이 개시되어 있다. 기지의 농도를 갖는 봉소 및 인이 도핑되고, 각각 서로 다른 두께를 갖는 기준 BPSG막들을 형성한다. 상기 기준 BPSG막들 상에 광을 조사하고, 상기 기준 BPSG막들에서 반사한 반사광으로부터 각각의 분광 스펙트럼을 검출한다. 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼간의 상관관계를 도출한다. 임의의 농도를 갖는 봉소 및 인이 도핑되어 있는 측정 BPSG막 상에 광을 조사하고, 상기 측정 BPSG막에서 반사한 반사광으로부터 분광 스펙트럼을 검출한다. 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼 간의 상관관계에 의해 상기 측정 BPSG막의 두께를 도출한다. 상기 분광 스펙트럼에 의해 상기 측정 BPSG막에 도핑된 불순물 농도를 도출한다. 따라서, 계측 공정이 단순화되고 계측을 수행하는 시간이 단축되는 효과가 있다.

### 대표도

도 1

### 명세서

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 BPSG막의 두께 및 상기 BPSG막에 도핑된 봉소 및 인의 농도를 측정하는 방법을 나타내는 공정 순서도이다.

도 2는 BPSG막으로부터 측정된 분광 스펙트럼의 일 예를 나타내는 그래프도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 측정 방법에 의해 BPSG막에서의 봉소 및 인의 도핑 농도와 BPSG막의 두께를 동시에 측정한 결과 데이터를 나타내는 도면이다.

#### 발명의 상세한 설명

## 발명의 목적

### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 BPSG막의 두께 및 상기 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도를 측정하는 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 상기 BPSG막에서 반사된 광의 분광 스펙트럼을 이용하여 상기 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 붕소 및 인의 농도를 동시에 측정하는 방법에 관한 것이다.

반도체 장치를 제조하기 위해서는, 다층의 구조물들이 적층되어야 하며 이러한 구조물들로 인해 웨이퍼의 표면은 굴곡이 형성된다. 그러나 상기 굴곡이 형성되어 있는 상태에서 계속하여 막을 적층하고 패턴을 형성하면, 정상적으로 막이 적층되지 않는다. 따라서, 하나의 막을 형성한 이후에는 상기 막의 표면을 평탄화시키는 단계가 수반되어야 한다.

일반적으로, 금속 배선층의 하부에는 하부 패턴들을 절연시키는 절연막이 형성된다. 이 때, 상기 금속 배선층을 정상적으로 형성하기 위해서는 상기 절연막의 표면이 평탄하여야 하며, 이를 위해 상기 절연막은 평탄화 특성이 좋은 물질을 사용하여 형성한다. 일 예로, 상기 절연막은 열적 리플로우(reflow)에 의해 평탄화가 가능한 BPSG(Boron Phosphorous Silicate Glass)막을 사용하여 형성할 수 있다.

상기 BPSG막은 그 구성 물질인 붕소 및 인의 농도에 의해 리플로우 특성 및 절연 특성이 달라진다. 즉, 상기 BPSG막에서 붕소의 농도가 클수록 리플로우 특성이 향상되지만, 리플로우 시에 붕소의 결정이 형성되거나 또는 균열이 발생되어 막의 특성을 저하시킨다. 또한 인의 농도가 클수록 상기 막의 흡습성이 향상된다. 또한, 상기 BPSG막은 각 패턴들을 절연시키고 후속 공정에서 콘택 형성이 용이하도록 소정의 두께로 형성하여야 한다.

따라서, 상기 절연막으로서 BPSG막을 형성한 이 후에는, 상기 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 농도와 상기 BPSG막의 두께를 측정하여, 상기 BPSG막이 정상적으로 형성되었는지를 확인한다.

막의 두께를 측정하는 방법의 일 예는 호리에 등(Horie, et al.)에게 허여된 미 합중국 특허 제 5,493,401 호에 개시되어 있다. 또한 막에 도핑되어 있는 불순물의 농도를 측정하는 방법의 일 예는 카펜티어(Charpentier)에게 허여된 미 합중국 특허 제 5,441,893호에 개시되어 있다.

상기 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 농도 측정 및 상기 BPSG막의 두께 측정은 각기 다른 계측 장치에서 각각의 계측 과정에 의해 수행된다. 때문에, 상기 계측 공정을 2번에 걸쳐 수행되어야 하므로 공정이 번거롭고, 상기 계측 시에 소요되는 시간도 증가되는 문제점이 있다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도를 동시에 측정하는 방법을 제공하는 데 있다.

### 발명의 구성 및 작용

상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 기지의 농도를 갖는 붕소 및 인이 도핑되고, 각각 서로 다른 두께를 갖는 기준 BPSG막들을 형성하는 단계와, 상기 기준 BPSG막들 상에 광을 조사하고, 상기 기준 BPSG막들에서 반사한 반사광으로부터 각각의 분광 스펙트럼을 검출하는 단계와, 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼간의 상관관계를 도출해 내는 단계와, 임의의 농도를 갖는 붕소 및 인이 도핑되어 있는 측정 BPSG막 상에 광을 조사하고, 상기 측정 BPSG막에서 반사한 반사광으로부터 분광 스펙트럼을 검출하는 단계와, 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼 간의 상관관계에 의해 상기 측정 BPSG막의 두께를 도출해 내는 단계와, 상기 분광 스펙트럼에 의해 상기 측정 BPSG막에 도핑된 불순물 농도를 도출해 내는 단계를 수행함으로써 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도를 측정한다.

상기 방법에 의하면, 측정 박막에서의 반사광으로부터 분광 스펙트럼을 측정함으로써 상기 BPSG막에 도핑되어 있는 불순물의 농도 및 BPSG막의 두께를 동시에 도출해 낼 수 있다. 따라서, 종래와 같이 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 농도를 각각의 측정 과정을 거쳐 계측하지 않아도 되므로, 상기 계측 공정이 단순화되고 계측을 수행하는 시간이 단축되는 효과가 있다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하고자 한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 BPSG막의 두께 및 상기 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도를 측정하는 방법을 나타내는 공정 순서도이다.

먼저, 복수개의 웨이퍼 상에 기지의 농도로 붕소 및 인이 도핑되어 있는 BPSG막을 각각 두께별로 스플릿(Split)하여 형성한다. 상기 두께별로 형성되어 있는 BPSG막들을 기준 BPSG막들로 지정한다.(S10) 상기 형성된 기준 BPSG 막들은 종래에 사용하였던 두께 계측 장비(예컨대 OP- 2000, FT- 750)를 사용하여 상기 기준 BPSG막들의 정확한 두께를 확인한다.

상기 기준 BPSG막들 상에 각각 광을 조사하고, 상기 기준 BPSG막에서의 반사광으로부터 각각의 분광 스펙트럼을 검출한다.(S12) 상기 기준 BPSG막에 조사되는 광은 적외선을 포함하고, 상기 분광 스펙트럼은 적외선 분광기 (fourier transform infrared : FT- IR)에 의해 검출된다. 상기 분광 스펙트럼은 구체적으로 상기 BPSG 막의 상부면으로 조사되는 광의 파수(wavenumber)에 따라 측정되는 반사광의 에너지들을 의미한다.

도 2는 BPSG막으로부터 검출된 분광 스펙트럼의 일 예를 나타내는 그래프도이다.

이어서, 상기 기준 BPSG막들의 각각의 두께와 상기 기준 BPSG막들에서 검출된 분광 스펙트럼의 상관관계를 도출해 낸다.(S14)

이에 대해 좀 더 상세하게 설명한다.

소정의 물질들을 포함하는 막에서의 측정되는 분광 스펙트럼을 살펴보면, 각 물질별로 소정의 파수 대역에서 반사광의 에너지의 피크(Peak)가 발생한다. 그리고, 상기 물질에서의 적외선 흡수량에 따라 상기 반사광의 에너지가 증감한다.

따라서, 상기 각 기준 BPSG막들에서 각각 검출된 분광 스펙트럼을 살펴보면 도 2에 도시된 바와 같이, 상기 기준 BPSG막에 포함되어 있는 붕소- 산소(B- O) 및 인- 산소(P- O)에 의해 소정의 파수 대역에서 반사광의 에너지의 피크가 발생하고, 또한 실리콘- 산소(Si- O)에 의해 또다른 소정의 파수 대역에서 반사광의 에너지의 피크가 발생한다. 그리고, 상기 기준 BPSG 막의 두께별로 상기 반사광의 에너지의 크기가 달라진다.

구체적으로, 상기 기준 BPSG막의 두께는 상기 소정 파수 대역에서 검출되는 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기와 관련된다.

여기에서, 상기 반사광의 에너지의 크기는 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 소정의 파수 대역을 지정하고, 상기 파수 대역의 각 종점에서 측정된 반사광의 에너지를 이은 직선과, 상기 파수 대역에서 측정된 반사광의 에너지의 그래프가 이루는 면적을 의미한다.

예컨대, 도 2에서 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 파수 대역을 980 내지 1260cm<sup>-1</sup> (I) 로 지정하였을 경우, A 로 표시된 영역의 면적이 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기가 된다.

이 때, 상기 기준 BPSG막의 두께별로 소정 파수 대역에서 검출되는 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기를 비교하여 서로 간의 상관 관계를 도출한다.

상기 상관 관계는 일반적으로,

$y = ax + b$  ( y = BPSG막의 두께, x = 소정 파수 대역에서 검출되는 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기)

형태의 1차 방정식으로 나타나며, 상기 기준 BPSG막들에 의해 검출된 x 및 y값들에 의해 계수인 a 및 b의 값이 지정된다.

상기 과정에 의해 상기 기준 BPSG막들의 각각의 두께와 상기 기준 BPSG막들에서 측정된 분광 스펙트럼의 상관 관계를 도출할 수 있다.

임의의 농도의 붕소 및 인이 도핑된 BPSG막이 형성되어 있는 웨이퍼에서, 상기 BPSG막 상에 광을 조사하고, 상기 BPSG막에서의 반사광으로부터 분광 스펙트럼을 검출한다.(S16) 상기 BPSG막은 불순물의 농도 및 두께를 측정하고자 하는 대상이 막으로서, 이하에서는 측정 BPSG막으로 기술한다.

이어서, 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼간의 상관 관계를 이용하여, 상기 측정 BPSG막으로부터 검출된 분광 스펙트럼에서 상기 측정 BPSG막의 두께를 도출해 낸다.(S18)

즉, 상기 측정 BPSG막으로부터 검출된 분광 스펙트럼으로부터 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 상기 지정된 파수 대역에서의 반사광의 에너지의 크기를 구한다. 그리고, 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼간의 상관 관계를 나타내는 1차 방정식에 상기 반사광의 에너지의 크기를 대입하여 상기 측정 BPSG막의 두께를 도출해 낼 수 있다.

그리고, 상기 측정 BPSG막으로부터 검출된 분광 스펙트럼에서 상기 측정 BPSG막에 도핑된 불순물 농도를 도출해 낸다.(S20) 상기 BPSG막에 도핑된 불순물 농도는 상기 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 중량 퍼센트(weight percent)를 의미한다.

이하에서, 상기 분광 스펙트럼으로부터 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 농도를 도출하는 방법을 구체적으로 설명한다.

상기 붕소- 산소(B- O) 및 인- 산소(P- O)에 의해 반사광의 에너지가 발생하는 소정의 파수 대역을 지정한다. 상기 파수 대역은 기 지정되어 있는 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의해 반사광의 에너지가 발생하는 파수 대역과는 다른 파수 대역으로 나타난다.

이어서, 상기 측정된 분광 스펙트럼으로부터 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의해 반사광의 에너지가 발생하는 파수 대역에서의 에너지의 크기를 100으로 지정한다. 그리고, 상기 분광 스펙트럼으로부터 상기 붕소- 산소(B- O) 및 인- 산소(P- O)에 의해 반사광의 에너지가 발생하는 각각의 지정된 파수 대역에서의 에너지의 크기를 측정한다.

예컨대, 도 2에서 상기 붕소- 산소(B- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 파수 대역을 1390 내지 1500cm<sup>-1</sup> (II)로 지정하였을 경우, B로 표시된 영역의 면적이 상기 붕소- 산소(B- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기가 된다. 또한, 상기 인- 산소(P- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 파수 대역을 1300 내지 1390cm<sup>-1</sup> (III)로 지정하였을 경우, C로 표시된 영역의 면적이 상기 인- 산소(P- O)에 의한 반사광의 에너지의 크기가 된다.

상기 측정된 각각의 에너지의 크기는 상기 100으로 지정된 상기 실리콘- 산소(Si- O)에 의한 반사광의 에너지가 발생하는 상기 지정된 파수 대역(980 내지 1260cm<sup>-1</sup> (I))에서의 반사광의 에너지의 크기(A)에 대해 각각 몇 %가 되는지를 계산한다. 상기 값은 상기 BPSG막에 도핑되어 있는 붕소 및 인의 농도로 각각 도출되는 값이다.

도 3은 상기 방법에 의해 BPSG막에서의 붕소 및 인의 도핑 농도와 BPSG막의 두께를 동시에 측정한 결과 데이터를 보여준다.

상기 결과 데이터는 하나의 웨이퍼에 형성되어 있는 BPSG막에서, 상기 웨이퍼의 각 포인트에서 BPSG막에서의 붕소 및 인의 도핑 농도와 BPSG막의 두께를 측정 한 것이다.

상기 웨이퍼 상에서 측정 포인트의 위치는 반경(radius) 및 각도(angle degree)의 좌표로 나타내어지고, 각 측정 포인트에서의 붕소 및 인의 도핑 농도와 BPSG막의 두께가 동시에 측정되었다.

따라서, 상기 붕소 및 인의 도핑 농도 측정 과정 및 두께 측정 과정을 각각 수행하지 않고, 상기 붕소 및 인의 도핑 농도 측정과 동시에 막의 두께가 측정되므로 상기 계속 공정을 수행하는 시간이 단축할 수 있다.

## 발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 의하면, BPSG막을 계속하는 과정에서 상기 BPSG 막 내의 붕소 및 인의 도핑 농도 및 BPSG막의 두께를 동시에 측정할 수 있기 때문에, 계속 시간이 단축시킬 수 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만 해당 기술 분야의 숙련된 당업자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1.

- i) 기지의 농도를 갖는 봉소 및 인이 도핑되고, 각각 서로 다른 두께를 갖는 기준 BPSG막들을 형성하는 단계;
- ii) 상기 기준 BPSG막들 상에 광을 조사하고, 상기 기준 BPSG막들에서 반사한 반사광으로부터 각각의 분광 스펙트럼을 검출하는 단계;
- iii) 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼간의 상관관계를 도출해 내는 단계;
- iv) 임의의 농도를 갖는 봉소 및 인이 도핑되어 있는 측정 BPSG막 상에 광을 조사하고, 상기 측정 BPSG막에서 반사한 반사광으로부터 분광 스펙트럼을 검출하는 단계;
- v) 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼 간의 상관관계에 의해 상기 측정 BPSG막의 두께를 도출해 내는 단계;
- vi) 상기 분광 스펙트럼에 의해 상기 측정 BPSG막에 도핑된 불순물 농도를 도출해 내는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도 측정 방법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 기준 및 측정 BPSG막에 조사되는 광은 적외선을 포함하는 것을 특징으로 하는 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도 측정 방법.

#### 청구항 3.

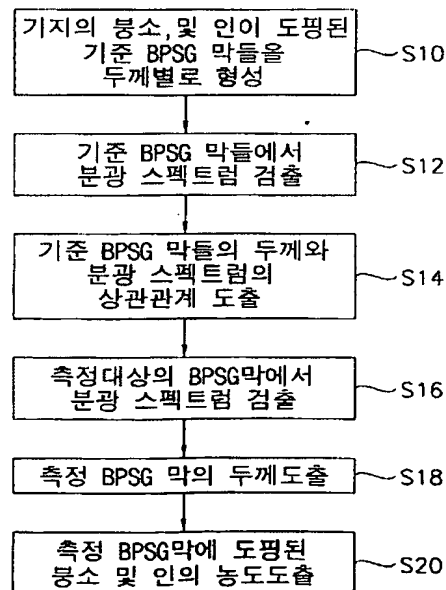
제1항에 있어서, 상기 기준 BPSG막의 두께와 상기 분광 스펙트럼 간의 상관관계는, 상기 기준 BPSG막의 두께별로 상기 분광 스펙트럼의 소정의 파장 영역에서 측정되는 반사광의 에너지들을 각각 검출하여 도출해 내는 것을 특징으로 하는 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도 측정 방법.

#### 청구항 4.

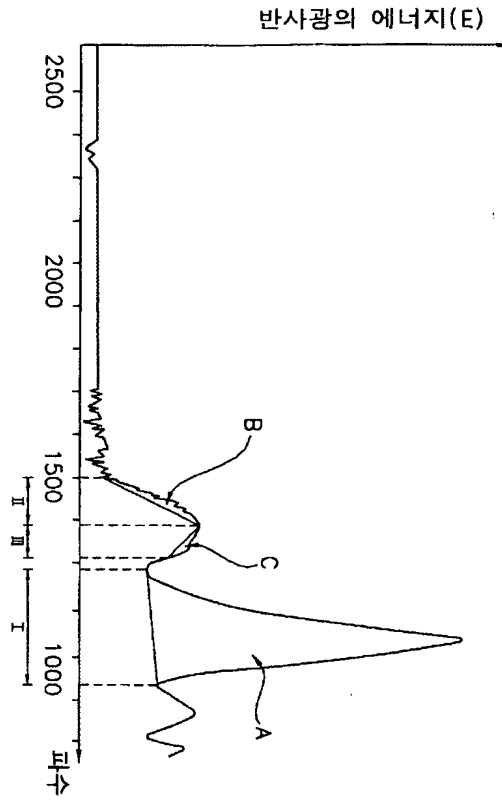
제1항에 있어서, 상기 측정 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도는, 상기 분광 스펙트럼의 소정의 파장 영역들에서 측정되는 반사광의 에너지들을 서로 상대 비교하여 도출해 내는 것을 특징으로 하는 BPSG막의 두께 및 BPSG막에 도핑된 불순물의 농도 측정 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

	물소 (중량퍼센트)	인 (중량퍼센트)	두께(Å)	반경(mm)	각도(°)
#1	5.43	4.76	3847.924	-84	0
#2	5.64	4.90	3832.745	-84	90
#3	5.59	4.89	3967.285	0	0
#4	5.60	4.87	3857.638	84	90
#5	5.50	4.84	3827.828	84	0